

TITLE OF THE INVENTION

LIQUID CRYSTAL DISPLAY APPARATUS AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application is based upon and claims the benefit of priority from the prior Japanese Patent Application No. 2003-004179, filed January 10, 2003, the entire contents of which are incorporated herein by reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

この発明は、液晶表示装置及びその製造方法に係り、特に、画素毎に液晶層を挟持するためのギャップが異なるマルチギャップ構造を有した液晶表示装置及びその製造方法に関する。

2. Description of the Related Art

現在、一般的に用いられている液晶表示装置は、電極を有する2枚のガラス基板の間に液晶層を挟持して構成されている。液晶層を挟持するための基板間のギャップは、プラスチックビーズなどのスペーサによって保持されている。

カラー表示用の液晶表示装置は、一方の基板の画素毎に赤、緑（G）、青（B）にそれぞれ着色されたカラーフィルタ層を備えている。すなわち、赤色画素は赤色カラーフィルタ層を備えている。緑色画素は緑色カラーフィルタ層を備えている。青色画素は青色カラーフィルタ層を備えている。

ところで、液晶表示装置の視野角特性は、液晶層を挟持する基板間のギャップに大きく依存している。すなわち、基板間のギャップを d 、液晶層を構成する液晶組成物の屈折率異方性を Δn 、液晶層を透過する光の波長を λ 、 $u = 2 \cdot d \cdot \Delta n / \lambda$ とすると、光の透過率 T は、一般に、

$$T = \sin^2 \left[\left((1 + u^2)^{1/2} \cdot \pi / 2 \right) / (1 + u^2) \right]$$

なる式によって与えられる。つまり、液晶層を透過する透過光の透過率 T が最大となる実効的な液晶層の厚さ（ $d \cdot \Delta n$ ）は、透過光の波長に依存して異なる。

このため、色画素毎に液晶層を挟持する基板間のギャップが異なるマルチギャップ構造を有する液晶表示装置が提案されている。このマルチギャップ構造では、カラーフィルタ層の膜厚がその色毎に異なる。例えば、特開平6-347802号公報によれば、プラス

ティック製の複数種類の球状または円柱状のスペーサを一方の基板上に散布する技術が開示されている。

しかしながら、従来提案されたマルチギャップ構造の液晶表示装置では、それぞれのギャップに合わせて直径の異なる複数種類のスペーサを用意する、あるいは、密度の異なる複数種類のスペーサを用意する必要がある。また、製造工程において、それぞれのギャップに適合した複数種類のスペーサを同一工程にて同時に散布することが困難であり、工程数が増えてしまう。このように、複数種類のスペーサを用意したり、製造工程数が増えたりすることにより、製造コストが増大し、製造歩留まりが低下するといった問題がある。

また、仮に液晶組成物にスペーサを分散させてスペーサの散布を液晶注入と同時に行うことで工程数を削減できたとしても、1画素あたりに散布されるスペーサの密度を厳密に制御することができない。このため、スペーサが一部に凝集してしまうこと（例えば球状体のスペーサが液晶層の厚さ方向に重なるなど）によって、所望のギャップが得られずに、表示不良を招くおそれがある。また、球状または円柱状のスペーサの周囲では、液晶組成物の配向不良を招くおそれがあり、表示不良の原因となる。

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

この発明は、上述した問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、安価で製造歩留まりが高く、しかも表示品位の優れた液晶表示装置及びその製造方法を提供することにある。

この発明の第1の様態による液晶表示装置は、

第1基板と第2基板との間に液晶層を挟持して構成された液晶表示装置において、

前記第1基板と前記第2基板との間の前記液晶層を挟持するための第1ギャップを有する第1ギャップ領域と、

前記第1ギャップより小さい第2ギャップを有する第2ギャップ領域と、

前記第1基板上の前記第1ギャップ領域に形成された第1柱状スペーサと、

前記第1基板上の前記第2ギャップ領域に形成された第2柱状スペーサと、を有し、

前記第1柱状スペーサが前記第1基板に接触している接触面積は、前記第2柱状スペーサが前記第1基板に接触している接触面積より大きいことを特徴とする。

この発明の第2の様態による液晶表示装置の製造方法は、

第1基板と第2基板との間に液晶層を挟持して構成された液晶表示装置の製造方法において、

前記第 1 基板にスペーサ材を成膜する工程と、

前記液晶層を挟持するための第 1 ギャップを有する第 1 ギャップ領域に対応して前記スペーサ材を第 1 サイズでパターンニングするとともに、前記第 1 ギャップより小さい第 2 ギャップを有する第 2 ギャップ領域に対応して前記スペーサ材を前記第 1 サイズよりも小さい第 2 サイズでパターンニングする工程と、

前記第 1 ギャップ領域及び前記第 2 ギャップ領域においてそれぞれパターンニングされた前記スペーサ材をメルトさせて相互の高さを調整する工程と、

を有することを特徴とする。 Additional objects and advantages of the invention will be set forth in the description which follows, and in part will be obvious from the description, or may be learned by practice of the invention. The objects and advantages of the invention may be realized and obtained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out hereinafter.

BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

図 1 は、この発明の液晶表示装置に適用される液晶表示パネルの構造を概略的に示す図である。

図 2 は、図 1 に示した液晶表示パネルの構成を概略的に示す回路ブロック図である。

図 3 は、この発明の一実施の形態に係る液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

図 4 は、図 3 に示した液晶表示装置を構成するアレイ基板の構造を概略的に示す断面図である。

図 5 は、図 2 に示した液晶表示パネルに適用可能な柱状スペーサの大きさに対する高さの関係を示す図である。

図 6 は、この発明の他の実施の形態に係る液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

図 7 は、この発明の他の実施の形態に係る液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate embodiments of

the invention, and together with the general description given above and the detailed description of the embodiments given below, serve to explain the principles of the invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、この発明の一実施の形態に係る液晶表示装置及びその製造方法について図面を参照して説明する。

図１及び図２に示すように、この実施の形態に係る液晶表示装置、例えばアクティブマトリクス型液晶表示装置は、液晶表示パネル１０を備えている。この液晶表示パネル１０は、アレイ基板１００と、このアレイ基板１００に対向配置された対向基板２００と、アレイ基板１００と対向基板２００との間に挟持された液晶層３００とを備えている。これらアレイ基板１００と対向基板２００とは、液晶層３００を挟持するための所定のギャップを形成しつつシール材１０６によって貼り合わせられている。液晶層３００は、アレイ基板１００と対向基板２００との間のギャップに封入された液晶組成物によって構成されている。

このような液晶表示パネル１０において、画像を表示する表示領域１０２は、マトリクス状に配置された複数の画素ＰＸによって構成されている。表示領域１０２の周縁は、額縁状に形成された遮光層ＳＰによって遮光されている。

表示領域１０２において、アレイ基板１００は、図２に示すように、 $m \times n$ 個の画素電極１５１、 m 本の走査線 $Y_1 \sim Y_m$ 、 n 本の信号線 $X_1 \sim X_n$ 、 $m \times n$ 個のスイッチング素子１２１を備えている。一方、表示領域１０２において、対向基板２００は、対向電極２０４を備えている。

画素電極１５１は、表示領域１０２においてマトリクス状に配置されている。走査線 Y は、これら画素電極１５１の行方向に沿って配列されている。信号線 X は、これら画素電極１５１の列方向に沿って配列されている。スイッチング素子１２１は、ポリシリコン半導体層を有する薄膜トランジスタすなわち画素ＴＦＴによって構成されている。スイッチング素子１２１は、複数の画素ＰＸにそれぞれ対応して設けられ、走査線 Y 及び信号線 X の交差部近傍に配置されている。対向電極２０４は、すべての画素ＰＸに対して共通に配置されており、液晶層３００を介して $m \times n$ 個の画素電極１５１すべてに対向する。

表示領域１０２周辺の周辺領域１０４において、アレイ基板１００は、走査線 $Y_1 \sim Y_m$ を駆動する駆動ＴＦＴを含む走査線駆動回路１８、信号線 $X_1 \sim X_n$ を駆動する駆動Ｔ

F Tを含む信号線駆動回路 1 9などを備えている。これら走査線駆動回路 1 8及び信号線駆動回路 1 9に含まれる駆動T F Tは、ポリシリコン半導体層を有するnチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタによって構成されている。

図 1 及び図 2 に示した液晶表示パネル 1 0 は、例えばアレイ基板 1 0 0 側から対向基板 2 0 0 側に向けて選択的に光を透過する透過型である。このため、液晶表示装置は、図 3 に示すように、透過型の液晶表示パネル 1 0 と、この液晶表示パネル 1 0 を背面側（アレイ基板 1 0 0 の外面側）から照明するバックライトユニット 4 0 0 と、を備えている。

図 3 に示した液晶表示装置の表示領域 1 0 2 において、アレイ基板 1 0 0 は、ガラス基板などの透明な絶縁性基板 1 1 上に、画素 P X 毎に配置された画素 T F T 1 2 1、各画素 T F T 1 2 1 を覆うように配置されたカラーフィルタ層 2 4（R、G、B）、カラーフィルタ層 2 4（R、G、B）上において画素 P X 毎に配置された画素電極 1 5 1、カラーフィルタ層 2 4（R、G、B）上にそれぞれ配置された柱状スペーサ 3 1（R、G、B）、複数の画素電極 1 5 1 全体を覆うように配置された配向膜 1 3 Aなどを備えている。また、アレイ基板 1 0 0 は、周辺領域 1 0 4 において、表示領域 1 0 2 の外周を取り囲むように配置された遮光層 S Pを備えている。

赤色画素 P X Rは赤色カラーフィルタ層 2 4 Rを備えている。緑色画素 P X Gは緑色カラーフィルタ層 2 4 Gを備えている。青色画素 P X Bは青色カラーフィルタ層 2 4 Bを備えている。これらのカラーフィルタ層 2 4（R、G、B）は、赤色（R）、緑色（G）、及び、青色（B）にそれぞれ着色された着色樹脂層によって形成されている。これらのカラーフィルタ層 2 4（R、G、B）は、それぞれ主に赤色、緑色、及び、青色の各波長成分の光を透過する。

画素電極 1 5 1 は、I T O（インジウム・ティン・オキサイド）等の光透過性導電部材によって形成されている。各画素電極 1 5 1 は、各カラーフィルタ層 2 4（R、G、B）を貫通するスルーホール 2 6 を介して対応する画素 T F T 1 2 1 にそれぞれ接続されている。

各画素 T F T 1 2 1 は、図 4 に、より詳細な構造を示すように、ポリシリコン膜によって形成された半導体層 1 1 2 を有している。この半導体層 1 1 2 は、絶縁性基板 1 1 上に配置されたアンダーコーティング層 6 0 上に配置されている。この半導体層 1 1 2 は、チャネル領域 1 1 2 C の両側にそれぞれ不純物をドーピングすることによって形成されたドレイン領域 1 1 2 D 及びソース領域 1 1 2 S を有している。

画素TFT121のゲート電極63は、走査線Yと一体に形成され、ゲート絶縁膜62を介して半導体層112に対向して配置されている。ドレイン電極88は、信号線Xと一体に形成され、ゲート絶縁膜62及び層間絶縁膜76を貫通するコンタクトホール77を介して半導体層112のドレイン領域112Dに電氣的に接続されている。ソース電極89は、ゲート絶縁膜62及び層間絶縁膜76を貫通するコンタクトホール78を介して半導体層112のソース領域112Sに電氣的に接続されている。また、ソース電極89は、カラーフィルタ層24（R、G、B）に形成されたスルーホール26を介して画素電極151に電氣的に接続されている。これにより、画素TFT121は、走査線Y及び信号線Xに接続され、走査線Yからの駆動電圧により導通し、信号線Xからの信号電圧を画素電極151に印加する。

画素電極151は、液晶容量CLと電氣的に並列な補助容量CSを形成する補助容量素子に電氣的に接続されている。すなわち、補助容量電極61は、不純物がドーパされたポリシリコン膜によって形成されている。この補助容量電極61は、半導体層112と同様に、アンダーコーティング層60上に配置されている。また、コンタクト電極80は、ゲート絶縁膜62及び層間絶縁膜76を貫通するコンタクトホール79を介して補助容量電極61に電氣的に接続されている。画素電極151は、カラーフィルタ層24を貫通するコンタクトホール81を介してコンタクト電極80に電氣的に接続されている。これにより、画素TFT121のソース電極89、画素電極30、及び補助容量電極61は、同電位となる。一方、補助容量線52は、その少なくとも一部がゲート絶縁膜62を介して補助容量電極61に対向配置され、所定電位に設定されている。

これら信号線X、走査線Y、及び補助容量線52等の配線部は、アルミニウムや、モリブデンタングステンなどの遮光性を有する低抵抗材料によって形成されている。この実施の形態では、互いに略平行に配置された走査線Y及び補助容量線52は、モリブデンタングステンによって形成されている。また、層間絶縁膜76を介して走査線Yに対して略直交するように配置された信号線Xは、主にアルミニウムによって形成されている。また、信号線Xと一体のドレイン電極88、ソース電極89、及び、コンタクト電極80も、信号線と同様に主にアルミニウムによって形成されている。

図3に示すように、遮光層SPは、光の透過を遮るために遮光性を有する感光性樹脂材料、例えば黒色樹脂などの有色樹脂によって形成されている。柱状スペーサ31（R、G、B）は、黒色樹脂などの有色樹脂によって形成されている。これら遮光層SP及び柱状

スペーサ 31 (R、G、B) は、同一材料によって同一工程にて形成可能である。これにより、製造工程数が削減でき、製造コストを低減することが可能となる。これらの柱状スペーサ 31 (R、G、B) は、遮光性を有する配線部上に位置するよう各カラーフィルタ層 24 (R、G、B) 上に配置されている。配向膜 13A は、液晶層 300 に含まれる液晶分子を所定方向に配向する。

対向基板 200 は、ガラス基板などの透明な絶縁性基板 21 上に配置された対向電極 204、この対向電極 204 を覆うように配置された配向膜 13B などを有している。対向電極 204 は、ITO 等の光透過性導電部材によって形成されている。配向膜 13B は、液晶層 300 に含まれる液晶分子を所定方向に配向する。アレイ基板 100 の外面には、偏光板 PL1 が設けられている。対向基板 200 の外面には、偏光板 PL2 が設けられている。

このような液晶表示装置において、バックライトユニット 400 から出射された光は、液晶表示パネル 10 をアレイ基板 100 の外面側から照明する。偏光板 PL1 を通過して液晶表示パネル 10 の内部に入射した光は、液晶層 300 を通過する際に変調され、対向基板 200 側の偏光板 PL2 を選択的に透過する。これにより、液晶表示パネル 10 の表示領域 102 に画像が表示される。

ところで、上述した液晶表示パネル 10 は、色画素毎に液晶層 300 を挟持する基板間のギャップが異なるマルチギャップ構造を有している。すなわち、各画素 PX における基板間のギャップ（すなわちアレイ基板 100 の配向膜 13A と対向基板 200 の配向膜 13B とで挟持される液晶層 300 の厚さ d に対応する）は、各画素 PX に配置されたカラーフィルタ層 24 (R、G、B) を透過する光の主波長に応じて決定される。つまり、液晶層 300 の屈折率異方性 Δn を考慮した実効的な液晶層 300 の厚さ ($d \cdot \Delta n$) は、液晶層 300 を透過する透過光（各画素 PX に配置されたカラーフィルタ層 24 (R、G、B) を透過する主波長光）の透過率 T が最大となるように設定される。

図 3 に示した実施の形態では、アレイ基板 100 と対向基板 200 とを互いに平行に配置した場合、赤色カラーフィルタ層 24R の膜厚が最も小さく、青色カラーフィルタ層 24B の膜厚が最も大きい。すなわち、

赤色カラーフィルタ層の膜厚 < 緑色カラーフィルタ層の膜厚 < 青色カラーフィルタ層の膜厚
の関係が成り立っている。

これにより、表示領域 102 には、ギャップの異なる 2 種類以上の画素が形成される。つまり、赤色カラーフィルタ層 24 R を有する赤色画素 PXR でのギャップが最も大きく、青色カラーフィルタ層 24 B を有する青色画素 P XB でのギャップが最も小さいマルチギャップ構造が構成される。すなわち、

赤色画素のギャップ > 緑色画素のギャップ > 青色画素のギャップ
の関係が成り立っている。

このような構成のマルチギャップ構造は、アレイ基板 100 と対向基板 200 とが互いに平行であることが前提である。このため、色画素毎に異なるギャップに応じて高さの異なる柱状スペーサを配置することが必要となる。この実施の形態では、カラーフィルタ層 24 (R、G、B) の膜厚 (すなわち各画素のギャップ) に応じて柱状スペーサの大きさを適当に設定することによってマルチギャップ構造を形成している。

すなわち、上述したようなマルチギャップ構造においては、同一形状の柱状スペーサを配置した場合、いずれのカラーフィルタ層 24 (R、G、B) 上に配置された柱状スペーサの高さも同一となる。この場合、柱状スペーサは、最小ギャップを支持することはできるが、それより大きなギャップを支持することはできない。

そこで、柱状スペーサの大きさに対する柱状スペーサの高さの関係について、図 5 に示すような関係が見出された。ここでは、同一の感光性樹脂材料を同一条件で塗布した後に、露光工程及び現像工程を経て形成された柱状スペーサの高さと大きさとの関係が示されている。柱状スペーサの大きさは、露光工程においてマスクパターンの大きさを変えることで変更可能である。この柱状スペーサの大きさとは、柱状スペーサの底面すなわち柱状スペーサの下層 (例えばカラーフィルタ層) に接触する接触面の基板に対して平行な断面積 (すなわち接触面積) で規定される。接触面の形状は、正多角形状、円形状、楕円形状などを採用可能である。柱状スペーサの高さとは、その底面から基板に対して垂直な方向に最も突出した点 (例えば対向基板に最も近い点) までの距離で規定される。

また、柱状スペーサの大きさとは、その体積として示しても良いし、その太さとして示しても良い。ここでは、体積とは、柱状スペーサ 1 個を形成する感光性樹脂材料の総量として規定される。また、太さとは、柱状スペーサの高さの中央で水平に (基板に対して平行に) 切断したときの断面積として規定される。

図 5 に示すように、柱状スペーサの大きさを大きくするほど柱状スペーサの高さが高くなることが分かる。すなわち、柱状スペーサの形成過程で、スペーサ材料 (すなわち感光

性樹脂材料)はメルトし、さらに、最終的に硬化収縮する。柱状スペーサの高さは、メルト及び硬化収縮する際に柱状スペーサの大きさの影響を受けることで決定される。

製造ばらつきを小さくするためには、柱状スペーサの高さがある程度安定化するような大きさ以上で使用することが望ましい。すなわち、図5において、柱状スペーサの大きさがDより小さい場合には、得られる高さが急峻に変化しているため、多少の条件の違い(製造ばらつき)によって所望の高さが得られなくなるおそれがある。このため、柱状スペーサの大きさをD以上で調整することにより、得られる高さをH1乃至H2の比較的微小な範囲で制御可能となる。一般的な感光性樹脂材料を適用した場合、略正形状の接触面を有する柱状スペーサの大きさとして、約(5 μ m \times 5 μ m)以上とすることで得られる高さが安定化することが見出された。

したがって、図3に示したように、

赤色画素のギャップ>緑色画素のギャップ>青色画素のギャップ

のような関係のマルチギャップ構造の場合、赤色画素PXRにおける柱状スペーサ31R、緑色画素PXGにおける柱状スペーサ31G、及び、青色画素PXBにおける柱状スペーサ31Bの大きさを

柱状スペーサ31R>柱状スペーサ31G>柱状スペーサ31B

の関係とする。これにより、各柱状スペーサ31(R、G、B)の高さを

柱状スペーサ31R>柱状スペーサ31G>柱状スペーサ31B

の関係とすることができる。これにより、各画素において、液晶層300を通過する光の透過率Tが最大となるような所望のギャップを形成することができる。

上述したマルチギャップ構造について、さらに具体的に説明する。例えば、図3に示した構造において、赤色画素PXR及び青色画素PXBに着目する。

すなわち、表示領域102は、マトリクス状に配置されたギャップの異なる少なくとも2種類の画素PXR及びPXBを有している。各画素は、液晶層300を挟持するためのギャップを有するギャップ領域を含んでいる。赤色画素(第1画素)PXRは、第1ギャップを有する第1ギャップ領域GRを含んでいる。青色画素(第2画素)PXBは、第1ギャップより小さい第2ギャップを有する第2ギャップ領域GBを含んでいる。なお、ここでは、画素とは、走査線、信号線、補助容量線などの各種配線で囲まれた部分に相当し、これら各種配線上も含むものとする。また、ギャップ領域とは、各種配線上を含む画素内に形成されるものとする。

アレイ基板（第１基板）１００は、第１ギャップ領域ＧＲに形成された第１柱状スペーサ３１Ｒ、及び、第２ギャップ領域ＧＢに形成された第２柱状スペーサ３１Ｂを備えている。この第１柱状スペーサ３１Ｒは、第２柱状スペーサ３１Ｂより大きな大きさを有するように形成されている。すなわち、第１柱状スペーサ３１Ｒがアレイ基板１００に接触している接触面積は、第２柱状スペーサ３１Ｂがアレイ基板１００に接触している接触面積より大きい。また、第１柱状スペーサ３１Ｒの太さは、第２柱状スペーサ３１Ｂより大きい。さらに、第１柱状スペーサ３１Ｒの体積は、第２柱状スペーサ３１Ｂより大きい。

このとき、第１柱状スペーサ３１Ｒ及び第２柱状スペーサ３１Ｂは、先に図５を参照して説明したように、Ｄ以上の大きさを有するように形成される。これにより、形成された第１柱状スペーサ３１Ｒ及び第２柱状スペーサ３１Ｂの高さは、Ｈ１乃至Ｈ２の範囲で制御可能となる。当然、第１ギャップ及び第２ギャップは、Ｈ１乃至Ｈ２の範囲内に設定される。

したがって、適当な大きさの第１柱状スペーサ３１Ｒは、第１ギャップと同等の高さに形成されるとともに、適当な大きさの第２柱状スペーサ３１Ｂは、第２ギャップと同等の高さに形成される。このため、これら第１柱状スペーサ３１Ｒ及び第２柱状スペーサ３１Ｂにより、所望のマルチギャップを確実に形成することが可能となる。

このような第１ギャップ及び第２ギャップは、それぞれの画素に配置されたカラーフィルタ層の膜厚によって制御可能である。すなわち、第１ギャップ領域ＧＲは、主に赤色（第１色）を透過する赤色カラーフィルタ層（第１カラーフィルタ層）２４Ｒを備えている。また、第２ギャップ領域ＧＢは、主に青色（第２色）を透過する青色カラーフィルタ層（第２カラーフィルタ層）２４Ｂを備えている。

アレイ基板１００は、赤色画素ＰＸＲに対応して赤色カラーフィルタ層２４Ｒを有するとともに、第１ギャップ領域ＧＲに対応して第１柱状スペーサ３１Ｒを有している。また、アレイ基板１００は、青色画素ＰＸＢに対応して青色カラーフィルタ層２４Ｂを有するとともに、第２ギャップ領域ＧＢに対応して第２柱状スペーサ３１Ｂを有している。

赤色カラーフィルタ層２４Ｒは、例えば３．０μｍの第１膜厚を有している。これに対して、青色カラーフィルタ層２４Ｂは、第１膜厚より厚い第２膜厚を有し、例えば４．０μｍの膜厚を有している。

第１柱状スペーサ３１Ｒは、赤色カラーフィルタ層２４Ｒ上に配置され、対向基板（第２基板）２００に接触してアレイ基板１００と対向基板２００との間に液晶層３００を挟

持するために、例えば $5.0\mu\text{m}$ の第1ギャップを形成する。すなわち、第1柱状スペーサ31Rは、約 $5.0\mu\text{m}$ の第1高さを有している。また、第2柱状スペーサ31Bは、青色カラーフィルタ層24B上に配置され、対向基板200に接触してアレイ基板100と対向基板200との間に液晶層300を挟持するために、第1ギャップより小さい第2ギャップを形成し、例えば $4.0\mu\text{m}$ の第2ギャップを形成する。すなわち、柱状スペーサ31Bは、第1高さより低い第2高さを有し、例えば $4.0\mu\text{m}$ の第2高さを有している。

つまり、赤色カラーフィルタ層24Rの第1膜厚と第1柱状スペーサ31Rの第1高さとの和（例えば、 $3.0\mu\text{m} + 5.0\mu\text{m} = 8.0\mu\text{m}$ ）は、青色カラーフィルタ層24Bの第2膜厚と第2柱状スペーサ31Bの第2高さとの和（例えば、 $4.0\mu\text{m} + 4.0\mu\text{m} = 8\mu\text{m}$ ）とほぼ同等である。これにより、所望のマルチギャップを形成することが可能となる。

これら第1柱状スペーサ31R及び第2柱状スペーサ31Bの高さは、大きさを調整することによって制御可能である。すなわち、第1柱状スペーサ31Rの底面の断面積（すなわちアレイ基板との接触面積）は、第2柱状スペーサ31Bの底面の断面積より大きく形成される。これにより、第1柱状スペーサ31Rの高さは、第2柱状スペーサ31Bより大きく形成される。これら柱状スペーサ31R及び31Bは、同一工程にて同一材料によって形成可能であるため、それぞれ高さの異なる柱状スペーサを個別に形成する工程は不要となる。

次に、上述した液晶表示パネル10の製造方法について説明する。

アレイ基板100の製造工程では、まず、絶縁性基板11上にアンダーコーティング層60を形成した後、画素TF T121などのポリシリコン半導体層112及び補助容量電極61を形成する。続いて、ゲート絶縁膜62を形成した後、走査線Y、補助容量線52、及び、走査線Yと一体のゲート電極63などの各種配線を形成する。

続いて、ゲート電極63をマスクとして、ポリシリコン半導体層112に不純物を注入し、ドレイン領域112D及びソース領域112Sを形成した後、基板全体をアニールすることにより不純物を活性化する。続いて、層間絶縁膜76を形成した後、信号線Xを形成するとともに、信号線Xと一体に画素TF T121のドレイン電極88、ソース電極89、及びコンタクト電極80を形成する。このとき、ドレイン電極88はコンタクトホール77を介してドレイン領域112Dにコンタクトし、ソース電極89はコンタクトホー

ル78を介してソース領域112Sにコンタクトし、コンタクト電極80はコンタクトホール79を介して補助容量電極61にコンタクトする。

続いて、各色の画素に対応する色のカラーフィルタ層24（R、G、B）を形成する。すなわち、スピナーにより、赤色の顔料を分散させた紫外線硬化型アクリル樹脂レジスト膜CR-2000（富士フィルムオーリン（株）製）を基板全面に塗布する。そして、このレジスト膜を、赤色画素に対応したパターンを有するフォトマスクを用いて365nmの波長で100mJ/cm²の露光量で露光する。そして、このレジスト膜をKOHの1%水溶液で20秒間現像し、さらに水洗した後、焼成する。これにより、3.0μmの膜厚を有する赤色カラーフィルタ層24Rを形成する。

続いて、同様の工程を繰り返すことにより、緑色の顔料を分散させた紫外線硬化型アクリル樹脂レジスト膜CG-2000（富士フィルムオーリン（株）製）からなる3.4μmの膜厚を有する緑色カラーフィルタ層24G、及び、青色の顔料を分散させた紫外線硬化型アクリル樹脂レジスト膜CB-2000（富士フィルムオーリン（株）製）からなる4.0μmの膜厚を有する青色カラーフィルタ層24Bを形成する。これらのカラーフィルタ層24（R、G、B）の形成工程では、スルーホール26及びコンタクトホール81も同時に形成する。

続いて、画素電極151を形成した後、各色の画素に対応する所望のギャップを形成するための柱状スペーサ31（R、G、B）を形成する。以下に、柱状スペーサの形成工程について説明する。まず、基板にスペーサ材を成膜する。例えば、スピナーにより、所定量の黒色顔料を添加した感光性アクリル樹脂レジスト材料NN600（JSR（株）製）を基板表面に所定の膜厚で塗布する。そして、このスペーサ材を90℃で10分間乾燥する。続いて、スペーサ材をギャップ領域毎に異なる所定サイズでパターニングする。例えば、所定のパターンを有するフォトマスクを用いて365nmの波長で100mJ/cm²の露光量でスペーサ材を露光する。そして、露光したスペーサ材をpH11.5のアルカリ水溶液にて現像する。続いて、パターニングされたスペーサ材をメルトさせて相互の高さを調整する。例えば、現像処理により基板に残留したスペーサ材を200℃で60分間焼成する。この焼成処理により、スペーサ材はメルトし、その後、硬化収縮する。これにより、所望する高さの柱状スペーサ31（R、G、B）が形成される。

なお、スペーサ材として、光の照射によって架橋して不溶化するネガ型樹脂レジスト材料を適用した場合、スペーサ材の露光工程で適用されるフォトマスクは、赤色画素用の柱

状スペーサ 3 1 R を形成するために比較的大きな第 1 サイズの開口部を有するマスクパターンを有し、緑色画素用の柱状スペーサ 3 1 G を形成するために第 1 サイズより小さい第 2 サイズの開口部を有するマスクパターンを有し、青色画素用の柱状スペーサ 3 1 B を形成するために第 2 サイズより小さい第 3 サイズの開口部を有するマスクパターンを有する。

また、スペーサ材として、光の照射によって分解して可溶化するポジ型樹脂レジスト材料を適用した場合、スペーサ材の露光工程で適用されるフォトマスクは、赤色画素用の柱状スペーサ 3 1 R を形成するために比較的大きな第 1 サイズの遮光部を有するマスクパターンを有し、緑色画素用の柱状スペーサ 3 1 G を形成するために第 1 サイズより小さい第 2 サイズの遮光部を有するマスクパターンを有し、青色画素用の柱状スペーサ 3 1 B を形成するために第 2 サイズより小さい第 3 サイズの遮光部を有するマスクパターンを有する。

これにより、スペーサ材は、赤色画素のギャップ領域に対応して比較的大きな第 1 サイズでパターンニングされると同時に、緑色画素のギャップ領域に対応して第 1 サイズより小さい第 2 サイズでパターンニングされるとともに、青色画素のギャップ領域に対応して第 2 サイズより小さい第 3 サイズでパターンニングされる。

したがって、赤色画素のギャップ領域に底面が $25\ \mu\text{m} \times 25\ \mu\text{m}$ の大きさを有するとともに $5.0\ \mu\text{m}$ の高さを有する柱状スペーサ 3 1 R が形成される。また、緑色画素のギャップ領域に底面が $20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$ の大きさを有するとともに $4.6\ \mu\text{m}$ の高さを有する柱状スペーサ 3 1 G が形成される。さらに、青色画素のギャップ領域に底面が $15\ \mu\text{m} \times 15\ \mu\text{m}$ の大きさを有するとともに $4.0\ \mu\text{m}$ の高さを有する柱状スペーサ 3 1 B が形成される。

上述した柱状スペーサ 3 1 (R、G、B) の形成工程において、現像後のレジスト材料を焼成することにより、基板に残留した大きさの異なる柱状スペーサは、それぞれ異なる高さまでメルトし、その後、硬化収縮する。硬化収縮の際に変化する高さは、柱状スペーサの大きさによって異なる。この実施の形態においては、 200°C で 60 分焼成することによりメルトさせてから硬化収縮させているが、メルトさせる条件として他の方法を採用しても良く、例えば昇温速度を調整する方法などを採用することが可能である。

また、上述した柱状スペーサ 3 1 (R、G、B) の形成過程においては、同時に遮光層 SP を形成する。すなわち、レジスト材料の露光工程で適用されるフォトマスクは、遮光

層SPに対応したマスクパターンを有している。なお、この遮光層SPは、青色の樹脂によって形成しても良く、この場合、青色カラーフィルタ層24Bと同時に形成することにより、工程数を削減することができる。続いて、基板全面に、垂直配向膜材料SE-7511L（日産化学工業（株）製）を塗布した後に、焼成し、配向膜13Aを形成する。これにより、アレイ基板100が製造される。

一方、対向基板200の製造工程では、まず、絶縁性基板21上に対向電極22を形成する。その後、基板全体に垂直配向膜材料SE-7511L（日産化学工業（株）製）を塗布した後に、焼成し、配向膜13Bを形成する。これにより、対向基板200が製造される。

この液晶表示パネル10の製造工程では、アレイ基板100の外縁に沿ってシール材106を印刷塗布する。このとき、シール材106は、液晶注入口32を確保するよう塗布される。その後、アレイ基板100から対向電極204に電圧を印加するための電極転移材をシール材106の周辺の電極転移電極上に形成する。続いて、アレイ基板100の配向膜13Aと対向基板200の配向膜13Bとが互いに対向するようにアレイ基板100と対向基板200とを配置する。その後、両基板を加圧しながら加熱してシール材106を硬化させる。これにより、両基板を貼り合わせる。続いて、例えば液晶組成物MLC-2039（MERCK社製）を液晶注入口32から注入する。その後、液晶注入口32を封止部材33によって封止する。これにより、液晶層300を形成する。

以上のような製造方法によって液晶表示パネルが製造される。液晶表示装置における表示モードとしては、本実施形態の他に、例えばTN（ツイステッド ネマティック）モード、ST（スーパー ツイステッド ネマティック）モード、GH（ゲストーホスト）モード、ECB（電界制御複屈折）モード、強誘電性液晶などが適用可能である。

このようにして製造したカラー液晶表示装置によれば、液晶層300を透過する光の主波長に応じて最大の透過率が得られるような所望のギャップを有するマルチギャップ構造を構成することができ、しかも、視野角特性に優れ、良好な表示品位を得ることができる。

しかも、マルチギャップ構造を形成するために、異なる高さの柱状スペーサを同一材料を用いて同一工程にて形成可能であるため、製造コストを低減することができるとともに、製造歩留まりを向上することができる。また、一方の基板側にカラーフィルタ層と柱状スペーサとを一体に形成したことにより、球状体または円柱状体のスペーサを用いたとき

に起こり得る課題を解消することができ、表示品位を改善することができる。

なお、この発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、種々変更が可能である。以下に、この発明の他の実施の形態について説明する。なお、上述した実施の形態と同一の構成については、同一の参照符号を付して詳細な説明を省略する。

すなわち、図6に示すように、他の実施の形態に係る液晶表示パネル10のアレイ基板100は、表示領域102において、透明な絶縁性基板11上に、マトリクス状に配置された複数の画素にそれぞれ対応して配置された画素TF T121、画素TF T121を含む表示領域102を覆うように配置された絶縁層25、絶縁層25上に配置されスルーホール26を介して画素TF T121に接続された画素電極151、複数の画素電極151全体を覆うように配置された配向膜13Aなどを備えている。

対向基板200は、透明な絶縁性基板21上の表示領域102内において、画素毎に配置されたカラーフィルタ層24（R、G、B）、カラーフィルタ層24（R、G、B）上に形成されすべての画素に共通の対向電極204、この対向電極204を覆うように配置された配向膜13Bなどを備えている。さらに、対向基板200は、周辺領域104において、表示領域102の周縁に沿って配置された遮光層SPを備えている。さらにまた、対向基板200は、カラーフィルタ層24（R、G、B）上にマルチギャップ構造に対応可能な柱状スペーサ31（R、G、B）を備えている。

各カラーフィルタ層24（R、G、B）は、色毎に膜厚が異なり、

赤色カラーフィルタ層の膜厚<緑色カラーフィルタ層の膜厚<青色カラーフィルタ層の膜厚

の関係が成り立っている。また、各柱状スペーサ31（R、G、B）は、配置されるギャップ領域毎に異なり、

柱状スペーサ31R>柱状スペーサ31G>柱状スペーサ31B

の関係が成り立っている。

上述したマルチギャップ構造について、さらに具体的に説明する。例えば、図6に示した構造において、赤色画素PXR及び青色画素PXBに着目する。

すなわち、対向基板（第1基板）200は、赤色画素PXRに対応して赤色カラーフィルタ層（第1カラーフィルタ層）24Rを有するとともに、第1ギャップ領域GRに対応して第1柱状スペーサ31Rを有している。また、対向基板200は、青色画素PXBに対応して青色カラーフィルタ層（第2カラーフィルタ層）24Bを有するとともに、第2

ギャップ領域GBに対応して第2柱状スペーサ31Bを有している。

赤色カラーフィルタ層24Rは、第1膜厚を有している。青色カラーフィルタ層24Bは、第1膜厚より厚い第2膜厚を有している。第1柱状スペーサ31Rは、赤色カラーフィルタ層24R上に配置され、アレイ基板(第2基板)100に接触してアレイ基板100と対向基板200との間に液晶層300を挟持するための第1ギャップを形成する。第2柱状スペーサ31Bは、青色カラーフィルタ層24B上に配置され、アレイ基板100に接触してアレイ基板100と対向基板200との間に液晶層300を挟持するために、第1ギャップより小さい第2ギャップを形成する。当然、赤色カラーフィルタ層24Rの第1膜厚と柱状スペーサ31Rの第1高さとの和は、青色カラーフィルタ層24Bの第2膜厚と柱状スペーサ31Bの第2高さとの和とほぼ同等に設定される。これによって、所望のマルチギャップが形成される。

このような構成の液晶表示装置においても、上述した実施の形態と同様の効果が得られる。

また、図7に示すように、他の実施の形態に係る液晶表示パネル10のアレイ基板100は、表示領域102において、透明な絶縁性基板11上に、マトリクス状に配置された複数の画素にそれぞれ対応して配置された画素TF T121、画素毎に配置されたカラーフィルタ層24(R、G、B)、カラーフィルタ層24(R、G、B)上に配置されスルーホール26を介して画素TF T121に接続された画素電極151、複数の画素電極151全体を覆うように配置された配向膜13Aなどを備えている。

対向基板200は、透明な絶縁性基板21上の表示領域102内において、すべての画素に共通の対向電極204、この対向電極204を覆うように配置された配向膜13Bなどを備えている。また、対向基板200は、カラーフィルタ層24(R、G、B)上にマルチギャップ構造に対応可能な柱状スペーサ31(R、G、B)を備えている。

各カラーフィルタ層24(R、G、B)は、色毎に膜厚が異なり、

赤色カラーフィルタ層の膜厚<緑色カラーフィルタ層の膜厚<青色カラーフィルタ層の膜厚
の関係が成り立っている。また、各柱状スペーサ31(R、G、B)は、配置される色の画素毎に異なり、

柱状スペーサ31R>柱状スペーサ31G>柱状スペーサ31B
の関係が成り立っている。

上述したマルチギャップ構造について、さらに具体的に説明する。例えば、図 7 に示した構造において、赤色画素 P X R 及び青色画素 P X B に着目する。

すなわち、アレイ基板（第 1 基板） 1 0 0 は、赤色画素 P X R に対応して赤色カラーフィルタ層（第 1 カラーフィルタ層） 2 4 R を有するとともに、青色画素 P X B に対応して青色カラーフィルタ層（第 2 カラーフィルタ層） 2 4 B を有している。対向基板（第 2 基板） 2 0 0 は、赤色画素 P X R の第 1 ギャップ領域 G R に対応して第 1 柱状スペーサ 3 1 R を有するとともに、青色画素 P X B の第 2 ギャップ領域 G B に対応して第 2 柱状スペーサ 3 1 B を有している。

赤色カラーフィルタ層 2 4 R は、第 1 膜厚を有している。青色カラーフィルタ層 2 4 B は、第 1 膜厚より厚い第 2 膜厚を有している。第 1 柱状スペーサ 3 1 R は、赤色カラーフィルタ層 2 4 R に接触してアレイ基板 1 0 0 と対向基板 2 0 0 との間に液晶層 3 0 0 を挟持するための第 1 ギャップを形成する。第 2 柱状スペーサ 3 1 B は、青色カラーフィルタ層 2 4 B に接触してアレイ基板 1 0 0 と対向基板 2 0 0 との間に液晶層 3 0 0 を挟持するために、第 1 ギャップより小さい第 2 ギャップを形成する。当然、赤色カラーフィルタ層 2 4 R の第 1 膜厚と柱状スペーサ 3 1 R の第 1 高さとの和は、青色カラーフィルタ層 2 4 B の第 2 膜厚と柱状スペーサ 3 1 B の第 2 高さとの和とほぼ同等に設定される。これによって、所望のマルチギャップが形成される。

このような構成の液晶表示装置においても、上述した実施の形態と同様の効果が得られる。

なお、上述した各実施の形態では、透過型液晶パネルを例に説明したが、反射型液晶パネルに適用した場合であっても上述した実施の形態と同様の効果が得られる。

この発明の液晶表示装置は、マルチギャップを形成するために、それぞれのギャップに対応した高さを有する複数の柱状スペーサを備えている。これらの柱状スペーサの高さは、その大きさに制御可能である。上述した各実施の形態では、柱状スペーサの底部における基板との接触面積により、柱状スペーサの高さを制御している。すなわち、比較的大きな接触面積を有するようにパターンニングされた柱状スペーサの高さは比較的高く、逆に、比較的小さな接触面積を有するようにパターンニングされた柱状スペーサの高さは比較的低い。

このように、接触面積の大きさによって柱状スペーサの高さを制御可能であることは、柱状スペーサの太さや体積によってその高さを制御可能であることを意味する。すなわち

、比較的大きな太さを有するように形成された柱状スペーサの高さは比較的高く、逆に、比較的小さな太さを有するように形成された柱状スペーサの高さは比較的低い。また、比較的大きな体積を有するように形成された柱状スペーサの高さは比較的高く、逆に、比較的小さな体積を有するようにパターンニングされた柱状スペーサの高さは比較的低い。

したがって、太さや体積が異なる柱状スペーサを用いることで、上述した各実施の形態と同様にマルチギャップを形成することが可能である。

(比較例 1)

図 3 を用いて説明した実施の形態に係る液晶表示装置において、すべての柱状スペーサ 31 (R、G、B) を底面が $20\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$ の大きさを有するように形成する以外は全く同様に液晶表示装置を作製した。この液晶表示装置を評価したところ、すべての柱状スペーサ 31 (R、G、B) が同一の高さとなり、マルチギャップ構造を実現できず、ギャップ不良に起因して色視野角特性が著しく悪化した。

(比較例 2)

図 3 を用いて説明した実施の形態に係る液晶表示装置において、柱状スペーサ 31 R のみを配置して他の柱状スペーサ 31 G 及び 31 B を形成しない以外は全く同様に液晶表示装置を作製した。この液晶表示装置を評価したところ、柱状スペーサによる支持強度が低下し、部分的に不可逆的なギャップ不良が発生した。これによって、一部に表示不良が発生し、表示品が著しく低下した。

以上説明したように、この実施の形態に係る液晶表示装置及びこの液晶表示装置の製造方法によれば、各画素において、色毎に異なる所定膜厚のカラーフィルタ層を配置し、カラーフィルタ層の膜厚の差を利用して、液晶層を透過する光の透過率が最大となるような所望のギャップを有するマルチギャップ構造を実現することができる。また、カラーフィルタ層の膜厚の差を補償するような高さを有する柱状スペーサを配置したことにより、各画素における所定ギャップを十分な支持強度で確実に支持することができる。これにより、色別の視野角特性を向上することができ、表示品位を向上することができる。

また、柱状スペーサの形成過程において、スペーサ材をパターンニングするサイズに依存して高さが制御可能であることに着目し、高さの異なる柱状スペーサを同一工程において同一材料で形成することができる。このため、製造コストを低減することができるとともに製造歩留まりを向上することができる。

したがって、安価で製造歩留まりが高く、しかも表示品位の優れた液晶表示装置及びこ

の液晶表示装置の製造方法を提供することができる。

Additional advantages and modifications will readily occur to those skilled in the art. Therefore, the invention in its broader aspects is not limited to the specific details and representative embodiments shown and described herein. Accordingly, various modifications may be made without departing from the spirit or scope of the general inventive concept as defined by the appended claims and their equivalents.